

графику, новейшее программное обеспечение и даже современные гаджеты. Такой виртуальный эксперимент позволяет студентам самостоятельно вносить изменения в «протекание процесса» и визуализацию принципиально ненаблюдаемых при реальном эксперименте явлений, что приводит к формированию профессиональных базовых компетенций будущего инженера.

#### Список литературы

1. Саданова Б. М. Применение возможностей виртуальных лабораторий в учебном процессе технического вуза / Б. М. Саданова, А. В. Олейникова, И. В. Альберти [и др.]. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 4 (108). — С. 71-74. — URL: <https://moluch.ru/archive/108/25945/> (дата обращения: 03.05.2023).
2. Трухин А.В. Виды виртуальных компьютерных лабораторий // Открытое и дистанционное образование. - 2003. - №3(11).-С. 12-21.
3. Аношина О.В. Виртуальный лабораторный практикум: преимущество и недостатки // Новые информационные технологии в образовании и науке. Сборник. Выпуск 2. 2019. ООО "Издательство УМЦ УПИ". Екатеринбург, 2019. с. 46-52.
4. Аношина О.В. Преимущества использования виртуального физического практикума в условиях пандемии./Аношина О.В., Шумихина К.А./ Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 3, 101, <https://science-education.ru/article/view?id=30955>
5. Зуев П.В. Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения физике на основе схмотехнического моделирования // Педагогическое образование в России. 2017. № 7. С. 79-88.
6. Черемисина Е.Н. Роль виртуальной компьютерной лаборатории на основе технологии облачных вычислений в современном компьютерном образовании // Черемисина Е.Н., Антипов О.Е., Белов М.А /Дистанционное и виртуальное обучение. - 2012. - № 1. - С. 50-64.

УДК 378.14

Н. В. Бряник

N. V. Bryanic

Уральский федеральный университет имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg  
n.v.bryanik@urfu.ru

### ЭТАПНЫЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

### STAGE TRANSFORMATIONS OF ENGINEERING THINKING AND THEIR IMPACT ON ENGINEERING EDUCATION

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные этапы радикальных изменений в инженерном мышлении и сопровождающие их процессы в системе образования.

**Abstract.** The article discusses the main stages of radical changes in engineering thinking and the processes accompanying them in the educational system.

**Ключевые слова:** инженерное мышление, этапные трансформации, наука, образование.

**Key words:** engineering thinking, stage transformations, science, education.

Значимость инженерной деятельности в современном мире столь же очевидна, как и те радикальные изменения, которые происходят в ней на наших глазах. Оценить их масштаб и глубину можно лишь в контексте тех преобразований, которые претерпела эта сфера деятельности в истории нашей цивилизации, в истоках заложенная в Древней Греции. Исследователи выделяют «*прединженерный*» период, а также признают имевшие место революционные изменения этого феномена. Что заставляет задаться вопросами: какие факторы определяют изменения в инженерной деятельности/мышлении и каков характер этих изменений, приводящих к трансформации данных феноменов?

Чаще всего инженерную деятельность/мышление определяют через противопоставление данных феноменов *науке*. В этимологическом анализе М. Хайдеггера показано, что в древнегреческой культуре, начиная с самых ранних ее этапов, с *наукой*

(=эпистемой) связывают обращение к тому, что существует само по себе, само себя производит и определяет во всех отношениях и в этом смысле носит *естественный* характер. Тогда как задуманное и изготовленное человеком, от него зависящее, носит *искусственный* характер – оно получило название *технэ*. Отсюда тянется традиция, связывающая инженерную деятельность с миром *технических* объектов, с искусственным, сконструированным миром. И в данном случае неважно, что, например, Аристотель выделяет *практические науки*, имеющие дело с технэ и нацеленные на *пользу*, ведь они радикально отличаются от эпистемы, в которой представлены *теоретические науки*, нацеленные на получение *истины* и отстраненные от всякого интереса.

Продолжением этой традиции было выделение в средние века семи *механических искусств* (земледелие, скотоводство, мореходство, врачевание, оружейное дело, ткачество, театральное искусство) и семи *свободных искусств* (диалектика, грамматика, риторика, арифметика, геометрия, астрономия, музыка). Нет нужды пояснять, какая «семерка» лежит на стороне эпистемы, а какая на стороне технэ. Так, согласно современным исследователям, *прединженерный* характер мышления (отделенный от науки) был свойственен таким знаменитым изобретателям, как Архит Тарентский, Архимед, Герон Александрийский, Леонардо да Винчи и мн. др.

Рассмотрение соотношения *науки и техники*, а под этим углом зрения, *научного и инженерного мышления*, позволяет обнаружить значимые и определяющие трансформации во втором. Обозначим их.

Первым существенным шагом на этом пути стала научная революция Нового времени, которая ввела в основание науки *эксперимент*, благодаря которому стало возможным выйти к самой природе, к исследуемым предметам как они есть сами по себе, а значит - использовать полученные знания на практике, преобразуя предметный мир, и тем самым получать от теоретических построений пользу. Как отмечает Дж. Бернал, в конце XVI - начале XVII вв. произошло «тесное объединение ремесленника и теоретика» [1, с. 210], что было невозможно ни в античности, ни в средние века. Особая роль в этих процессах принадлежит Г. Галилею, как одному из первопроходцев в экспериментальной деятельности и в области механики. А кроме того, он заложил основы *математической физики*, произвел *математизацию природы*, что позволило перейти от «мира приблизительности» (где все полагается и проверяется методом проб и ошибок), к «универсуму точности» (А. Койре), представленном на уровне законов, выраженных строгими математическими зависимостями. Это, безусловно, повлияло на создание таких механизмов и технических систем, которые способны были заменять не только физическую силу человека, но и разнообразные технологические приемы и процессы.

Об *этапной трансформации* в инженерном мышлении в связи с этими событиями можно судить по достаточно распространенной оценке, когда соединение, казалось бы, несоединимого, противоположного по своей целевой направленности - науки и техники, научного и инженерного мышления - рассматривается как то, что сформировало отличие западно-европейской цивилизации от восточных. Сошлюсь на одну из таких оценок: «Значение науки должно было непрерывно расти... по мере того как ... становилось очевидным, что военное и экономическое превосходство европейской цивилизации над старыми цивилизациями ислама, Индии и Китая было результатом ее технических достижений и что усовершенствование техники требовало постоянного применения и развития науки» [1, с. 271]. К. Ясперс придерживается такой же позиции, усиливая радикальный характер изменений, произведенных этим соединением. Задаваясь вопросом об отличиях западного мира, он приходит к выводу, что с конца XV столетия в культурах Западной Европы «появилось... нечто действительно неповторимое, новое в полном смысле этого слова: наука и ее результаты в технике. Она внутренне и внешне революционизировала мир, как до нее ни одно явление памятной нам истории... Создана новая основа всего существования в целом» [6, с. 84-85].

Радикальные изменения в инженерном мышлении происходят и в XVIII - XIX вв. Этот период называют *промышленной революцией*, когда возникает машиностроение, появляются такие отрасли, как химическая и электрическая промышленность, открывается эпоха железных дорог и новых видов транспорта и коммуникации, активно механизмуется военное дело и сельское хозяйство и мн. др. В основе всех этих новаций также лежит наука. Так, по К. Марксу, современные ему машины функционируют по законам химии, физики, механики. Ему принадлежит оценка науки как *непосредственной производительной силы*. Обеспечивать возникавшие новации в технической сфере знаниями, полагающимися на опыт, навыки, мастерство и традицию было уже невозможно - шел активный процесс формирования *технических/инженерных наук*. Для выработки законов становящейся техносферы в аэродинамике, гидродинамике, геодинимике, электродинамике, термодинамике и т. п. требовался *инженер-исследователь*, для подготовки которого нужно было создавать учебные заведения университетского уровня. Из такой установки исходил знаменитый математик Ф. Клейн, который реализовал свой замысел в Геттингенском университете, создав при математическом факультете три кафедры прикладных наук. Со времени появления инженерных наук в их развитии выделяют классический и неклассический этапы, а также разграничивают их на фундаментальные и прикладные исследования.

На наших глазах совершается еще один скачок в инженерном мышлении, который зависит от фактора науки. Речь идет о становлении такого феномена как *технонаука*, которая преодолевает предметно-отраслевое деление (М.В. Ковальчук), а по сути бытийное различие науки, с одной стороны, и техники и технологии – с другой; происходит «конвергенция» указанных сфер человеческой деятельности. Технонаука конкретизируется на нынешнем этапе развития аббревиатурой НБИКС, в которой представлена конвергенция нано- био- информационных технологий с технологиями, базирующимися на когнитивных и социо-гуманитарных науках. В этой связи возникает вопрос о том, какой должна быть подготовка инженеров, способных развивать технонауку?

До сих пор рассуждения об изменениях в инженерном мышлении были связаны преимущественно с естественными науками и математикой, когда объектом воздействия оказывается неорганическая природа, которая предстает как предметно-вещественный мир. Но существенные трансформации испытывало мышление специалистов, будучи обращено к *социальной и гуманитарной реальности*. Эти области человеческой жизнедеятельности также требовали инженерного вмешательства и преобразования. Любопытные рассуждения на этот счет мы находим у О. Конта в его программных заявлениях о необходимости умственного обновления и преодолении кризиса, которые он связывал с наступлением *позитивной стадии* в развитии человечества. Достигнув рационального отношения к *природной среде* благодаря практическому использованию достижений естественных наук, соединив науку и искусство (*искусство* для Конта это и есть *технэ*, создающее искусственный мир), человечество должно рационально обустроить свое *социальное бытие*. Из чего вытекает потребность в социальных инженерах; эту потребность, в преддверии позитивной стадии развития общества, О. Конт выражает так: «искусство будет тогда не исключительно геометрическим, механическим или химическим ..., но также и ... политическим и моральным, так как главная деятельность человечества должна ... состоять в непрерывном улучшении своей собственной индивидуальной и коллективной природы в пределах, указываемых совокупностью реальных законов» [5, с. 15]. В созданной им социологии, полагаясь на законы социальной статики и социальной динамики, Конт пытается выстроить *социальную инженерию*.

Этим же путем пошли и основоположники марксизма, прогнозируя неизбежную мировую социальную революцию. Хотя спустя столетие программа основоположников марксизма была подвергнута К. Поппером критике (в «Нищите историцизма») за якобы

ничем не обоснованные социальные прогнозы, не доведенные до социальных технологий. Инженерное мышление социально-политической направленности активно внедрял В.И. Ленин, который в своих многочисленных статьях (типа «Очередные задачи советской власти», «Как нам реорганизовать Рабкрин) искал пути преобразования старого общества. Погруженное в социально-гуманитарные реалии инженерное мышление обретает ярко выраженное ценностное измерение, раздваивающееся в призме Добра и Зла.

Конец XX – первые десятилетия XXI столетия вводят инженерное мышление в принципиально новый мир объектов, втягивающий в многообразные способы конструирования такую природную данность человека как его разум. Инженерная деятельность оказывается связанной с виртуальной и дополненной реальностью, цифровым миром и интернетом вещей, биотехнологией, нейротехнологией и генной инженерией, созданием искусственного интеллекта и робототехники и мн. др. Масштабность и глубина трансформации инженерного мышления на данном этапе могут, как считает М. Шанахан, подвести земное человечество к «технологической сингулярности» - такому перевороту, когда «само наше представление, что означает быть человеком – быть личностью, быть живым, осознавать себя, занимать определенное положение в обществе, - все это может быть оспорено...в силу обстоятельств, прямых и непосредственных» [5, с. хiii].

Этапные трансформации в инженерной деятельности сопровождались столь же радикальными преобразованиями в сфере образования - от ремесленных и технических училищ до высших технических учебных заведений типа Высшей Политехнической Школы в Париже (1794), от ремесленников до инженеров-исследователей. Для нас, конечно, особый интерес представляет история нашей страны в этой сфере. И надо сказать, здесь мы имеем богатый опыт – от Школы математических и навигационных наук (1708), созданной по инициативе Петра I (где изучались арифметика, геометрия, тригонометрия, и их приложение в мореплавании, артиллерии, геодезии, фортификации) до создания модели подготовки инженерных кадров по системе Физтеха (1916, Петербургский Политехнический институт). Об уровне и состоянии инженерного образования в России к середине XX ст. можно судить по оценке С.П. Тимошенко, который в 1922 г. вынужден был эмигрировать в США, а в 1958 г. имел возможность обстоятельно ознакомиться с подготовкой инженеров в нашей стране, сравнивая с американской. Его вывод о превосходстве российской школы инженеров звучит недвусмысленно: «разница в научной подготовке русских и американских инженеров была в то время ошеломляющей» [3, с. 56].

Что касается инноваций в инженерном мышлении нынешнего столетия (связанных с конвергентными процессами), то уникальный опыт имеет научный центр «Курчатовский институт», который, как отмечает его директор М.В. Ковальчук, не имеет аналогов в мире. Подготовка специалистов для нового типа инженерной науки начинается с отобранных базовых школ, в вузе уже с первого курса преподаются не только физика и математика, но и т.н. когнитивные науки, химия, биология, а в магистратуре, после бакалаврской специализации дается «интегрированное обучение». Так возвращается в круг специалистов инженерной науки, как считает М.В. Ковальчук, «научная элита».

### Список литературы

1. Бернал Дж. Наука в истории общества. М.: Изд-во иностранной литературы, 1956. - 735 с.
2. Конт О. Дух позитивной философии. Изд-во: Либроком, 2012. - 80 с.
3. Тимошенко С. П. Инженерное образование в России. Люберцы: ПИК ВИНТИ, 1997. — 84 с.
4. Хайдеггер М. Основные понятия метафизики: Мир – конечность – одиночество. С-Пбг.: «Владимир Даль», 2013. - 592 с.
5. Шанахан М. Технологическая сингулярность. М.: Изд-ская группа «Точка», Альпина Паблишер, 2017. - 256 с.
6. Ясперс К. Смысл и назначение истории. М.: Республика, 1994. – 527 с.